

井上博允(東京大学大学院情報理工学系研究科)

1 **ロボットは21世紀の新しい基幹産業になるものと期待されている。**現在、ロボット技術は世界をリードしている数少ない産業技術である。この国際競争力の強い技術開発に戦略的に投資することによって、より強化し、新しい巨大産業に育てる方策について提案する。

2 **ロボット技術(RT)を、情報通信関連分野に位置づけたことは、新しい発展方向を示す上で意義深い。**従来ロボット技術は生産技術の一環として位置づけられてきたがこの用途は今後は頭打ちになると思われる。これに対し、RTを情報通信分野に位置づけるという発想の転換は、ポストパソコンとしての実世界情報処理機、ネットワークにつながる新しいメディア端末、行動提供型サービス、など、これまで存在しなかった新しいジャンルの製品とサービスを生み出すことが期待される。

3 **ロボットの定義についても発想の転換が必要である。**即ち、産業用ロボットを念頭に置いた人間の作業を代行する機械という概念から、実世界を知覚し、処理し、役に立つことをするために実世界に働きかけるシステム、という定義に転換する必要がある。

4 現在のパソコンには既に眼(デジタルカメラ)と耳・口(マイク、スピーカ)がついている。このようなコンピュータに手と足をつけたものはロボットということになるので、**ロボットはコンピュータの発展型**ともいえる。また、現在の情報通信サービスメッセージ型サービスであるが、ロボットを端末とするサービスはマッサージ型サービス(**行動提供型サービス**)へと発展し、行動を遠隔地に通信することができるようになる。

5 **今後実用化が期待されるロボットにはどのような種類があるか**

- (1) 生産設備としてのロボット: 市場の伸びは余り期待できない。高性能化に活路。生産システムではコストを下げるのが国際競争力向上の鍵であるが、必要なユニットの数自体はほぼ同数で推移するので、金額面での産業規模は縮小するというジレンマ。
- (2) 医療ロボット: 米国ベンチャーが技術と市場を開拓。はっきりした出口はみえるが、我が国がこれまで得意としてきたキャッチアップ領域か。問題は技術力ではなくユーザー及びメーカーの社運をかけて新需要を自ら開拓する姿勢の有無。
- (3) ゲーム・エンタテインメントロボット: ソニーを筆頭に既に産業展開中。大きな伸びが期待され、情報通信の先端技術の普及に貢献。パーツ、半導体デバイス、ネット

ワーク化、コンテンツなど、サービスロボットにシームレスにつながる。できるだけ法律や制度の縛りをなくす以外、国の出番はなさそう。

- (4) コミュニケーションロボット： ロボビー、わかまる、PaPeRo、マロン、等、今年のROBODEXでも多くの試作品が発表され、70年代の産業用ロボットブームを彷彿させた。諸施設における案内やセキュリティと結びついた需要がありそう。じゃまにならず狭所通り抜けを可能とすること、ナビゲーション、及び対話型知能化が課題。
- (5) ライフサポートロボット： 日常生活環境におけるあらゆる生活支援を最終目標とする。最終的には人間型であるが、ジンジャー型等とも併存。移動能力だけでなく上半身の作業能力と、ロボットのディペンダビリティ、対人親和性の高い対話能力と知能性、等が研究課題。当面は、汎用のプラットフォームを用いて応用事例をうまく選んで実証研究をつみあげつつ、技術課題をひとつづつ解決していくことが必要。コミュニケーションロボットの機能は内包する。また、ソフトウェア的にはエンタテインメントロボットやコミュニケーションロボットとの共通性も多い。
- (6) 環境埋め込み型ロボット： 多数の知覚ユニットや動作ユニットを分散させネットワークで結合することによって生活環境自体をロボットのなものと考えるシステムである。ロボットハウス、ユービキタスロボティクス、など。システムアーキテクチャー及びセンサやアクチュエータの要素は、一般のロボットの共通性も高い。
- (7) 危険作業代行ロボット： 化学・生物ハザード対策、爆発物処理など危険作業を代行するロボット。人間向きに作られた社会インフラ内で予測困難な事態に迅速に対応するために、人間と同等のサイズの間人型ロボットは合理的。人間向きに作られた諸機械の運転代行も含む。台数は多くないが、消防・警察など自治体等に設備していざという時に備える。

6 プラットフォーム提供型研究開発：

ロボットは人間の代わりに多様な役割を果たすことが期待されている。多様な作業を対象とする研究開発を効果的に推進し、その結果を共通の知的資産として体系化し相互利用するために、NEDOの間人型ロボットプロジェクト(HRPプロジェクト)ではプラットフォーム提供型と呼ばれる新しい方式で研究開発が実施され、各方面から高く評価される成果をあげた。HRPプロジェクトの概要は次の通り。

HRP： 人間協調・共存型ロボットシステムの開発研究

- 1) 期間： 平成10～14年度、 総予算：約40億
- 2) 目的： 人間の作業・生活空間において、通信ネットワーク等を利用した遠隔操作を併用して、人間と協調して複雑な作業を実行し、変化に富む地形を柔軟に移動することが可能な人間型ロボットを実現。新しいビジネスチャンスを創出する。
- 3) 研究開発方式： プラットフォーム提供型
前期2年 時の最先端の技術を結集したプラットフォームを開発

後期3年 プラットフォームを活用して、具体的な応用タスクの実現に取り組み、実用化に必要な各種技術の改良・拡張等の研究開発を行う。

4) 成果の概要

ヒューマノイドプラットフォーム HRP-2 の開発成功

ソフトウェアプラットフォーム OpenHRP の開発成功

これらのプラットフォームの上に、1)プラント点検・保守作業、2)病院・福祉施設における対人サービス、3)ビル・ホーム管理サービス(遠隔留守衛)、4)作業機械代行運転、5)屋外協調作業(人間との共同作業、不整地歩行、安全に転倒・復帰、という5つの応用作業を展開し、その可能性を具体例により実証した。

5) 成果の実用化とハードソフトのプラットフォームの普及

新ヒューマノイドプラットフォームHRP-2は、プラットフォームとして販売開始となり、研究所・大学で導入が始まった。

ソフトウェアプラットフォームOpenHRPも VBがメンテナンスとサポート事業展開を開始した。

7 戦略的応用分野: ライフ・サポート・パートナー(LSP)

現在65歳以上の人口は2200万人、2020年には3500万人になり、労働人口の半分に達する。このような社会では高齢者が幸福で生き甲斐のある私生活と社会参加を可能とすることはきわめて重要である。少子高齢化の状況における成熟した社会で、ロボットは、高齢者に、よりよく、より長く自立した生活を全うするためのパートナー・サポーターとしての役割を果たすことができる。そして、安全・快適・健康・高福祉・生き甲斐のある生活を営むための生活基盤を保障する。

ポイントは、人が年を取り、体が弱り、自分だけの生活に不自由になったとき、他の人に頼むのではなく、自分のやりたいことを、パートナーとしてのヒューマノイドのサポートによって、人に気兼ねすることなく、自分の意志とペースで、気の済むままに生活できることである。このように、人が自尊心をもったまま、よりよく、より長く自立した生活を営めることは、人の精神を解放し、その人だけでなく回りのものをも幸せにする。そのような技術は高齢者にはお金を出して買う価値のあることとなろう。最近の急速なヒューマノイドの技術の進歩は、この応用に戦略的に挑戦する技術的可能性を目に見えるものにした。実現に向けて解決すべき具体的な技術課題の具体的系列は計画的に配置可能であり、2010年頃には初期の実用化が可能である。

なお、このアプリケーションは高齢者自立支援という福祉的観点だけでなく、LSPを使って、労働力が不足する我が国の将来の労働インフラの一翼を担えるものであり、労働人口減に対する解決策の一つとなる。

8 新しいロボット産業の構造

自動車産業と計算機産業は20世紀を代表する産業であった。21世紀の新しい基幹産業として創成されるロボット産業は、これまでの製造業的ロボット産業とは全く異なるパラダイムに転

換することが必要である。21世紀型の個人ユースのロボット産業は知識集約型の各々の仕事がバリューチェーンで結ばれ、付加価値が連鎖する構造をとる。そこに創出される多くの雇用機会にはNPO型のもものが適している。ここでは、生産者と消費者は明確には区別されず、ロボットというサービス端末を使って、7で述べた高齢者の働く場にもなりうるはずである。以下にそれを具体的に示す。

ロボットは自動車のような、人に運転されるだけの機械ではなく、コンピュータのような情報だけを処理するものでもない。ロボットは両者をあわせたような性格をもっており、ロボット技術は、ハードから、ソフトを経て、動きを伴うコンテンツ応用へと進化し、新しいハイテク技術者の雇用機会を創出するものと期待される。また、ヒューマノイドの実用・普及の技術課題の解決には、IT主導の新しいビジネス形態を必要としているように思われる。例えば、ゼネラル・ロボティクスという総合ロボット会社ができたとしよう。そこでは、技術開発部門からセールス部門やコンサルタント部門まで多くの職種があるはずである。ヒューマノイドの台数が相当程度に大きな数であれば、設計、製造、販売、修理、チューンアップ、ヒューマノイドソフトウェア、タスクウェア、ビジョンやハンドなどのオプション市場、応用コンサルタント、中古ヒューマノイド販売、リース・レンタル業、等々、世界中のマーケットを支えるための様々な仕事が必要となるが、1社がすべてを行う必要はない。これらの得意な業種を受け持つ会社群がネットワークで結ばれれば、それぞれの段階で付加価値を生み出すチェーンができるはずである。このようなネットワーク型のビジネスでは、必ずしも大企業が有利とは限らない。高い技術力を持ち、豊かな創造性をそなえて、快速ビジネスを行える元気な企業体がヒューマノイドの業界をリードすることになるのではなかろうか。周知のように、ロボットやメカトロニクスは日本が世界をリードしてきた分野である。この強い分野がインターネットとつながって新しい機能を提供し、新しい行動型サービスを創出し、上の述べたようなバリューチェーンでヒューマノイドビジネスを展開することを戦略的に継続すれば、21世紀の大型産業の創成につながるものと考えられる。

9 国の取るべき施策

ロボット技術を広がりのある波及効果の大きな技術体系に育て、新産業創成につなぐために実行すべき項目と体制についての提言。(14日の他の委員の意見を伺ってから、再度、見直し・強化するよていです。)

- 1) 戦略的ロボット研究イニシアティブの設置：幅広いロボット技術の開拓を長期的かつ戦略的に企画・立案・実施・普及させる組織を設置する。
- 2) ロボット応用の実証研究：現在、ロボットの非産業応用開拓に向けて、幾つかの企業が自主努力を開始している。この萌芽的な動きを促進するため、有望な応用分野を複数選択し、それぞれの応用実現に必要な共通基盤技術を国の政策として整備し、2010年を市場創成の目標とし、商品のプロトタイプ開発までを実施対象とする。
- 3) ロボット用の小型高性能コンポーネントの開発、及び、ロボット用プロセッサ、ネットワーク指向のロボット用チップの開発。

- 4) ロボット用ソフトウェア： ロボットを作るソフトウェア、アプリを開拓するための、ソフトウェア及びミドルウェアの開発と標準化。
- 5) システム化と智能化： 具体的な事例を取り上げて実際に効果のある智能化とシステム化の技術をロードマップとして示しつつ研究開発する。